

# METHOD FOR MANUFACTURING SILICON STEEL POWDER FOR SOFT MAGNETIC CORE MATERIAL AND MANUFACTURING METHOD OF CORE USING THE POWDER

**Publication number:** KR20010076803 (A)

**Publication date:** 2001-08-16

**Inventor(s):** BAEK JIN HONG [KR]; CHOI GWANG BO [KR]; JUNG IN BEOM [KR]; KIM BYEONG CHEOL [KR]

**Applicant(s):** CHANG SUNG CO [KR]

**Classification:**

- international: B22F1/02; B22F1/02; (IPC1-7): B22F1/02

- European:

**Application number:** KR20000004180 20000128

**Priority number(s):** KR20000004180 20000128

## Abstract of KR 20010076803 (A)

**PURPOSE:** A manufacturing method is provided to obtain a powder for a soft magnetic core material easy in composition control and excellent in workability, soft magnetic features and DC superposing features.

**CONSTITUTION:** Fe and Fe-Si alloy or Fe and Si are melted in the first step to have a composition of Si 5 to 8wt% and Fe as a residual. A silicon steel powder is prepared via gas injection or water injection in the second step. The silicon steel powder obtained in the second step is machined using a ball mill, an attrition mill, a load mill and the like in the third step. The machined silicon steel powder is heat treated at the atmosphere of hydrogen, nitrogen or a mixture gas hydrogen and nitrogen at a temperature of 700 to 1000deg.C for 4 to 15 hours. Heat treatment removes stress in the alloy powder to produce crystal grains free from residual stress and to decrease shearing between the powder and insulation layers in manufacturing a soft magnetic core using the powder.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

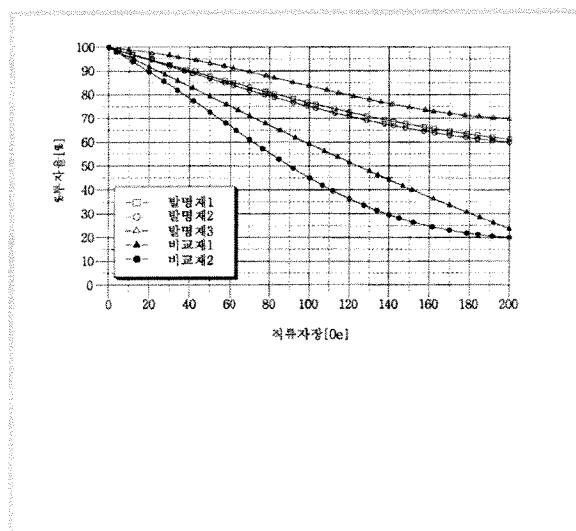
## View Details

## Title of invention

연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법 및 이 분말을이용한 연자성 코어의 제조방법  
(SILICON STEEL POWDER PROCESSING METHOD FOR SOFTMAGNETIC CORE  
MATERIAL AND SOFT MAGNETIC COREPROCESSING METHOD USING THIS  
POWDER)

Int. Cl	B22F 1/02 (2006.01)
Application No.(Date)	10-2000-0004180 (2000.01.28)
Unex. Pub. No.(Date)	10-2001-0076803 (2001.08.16)
Publication No.(Date)	(2003.08.27)
Registration No.(Date)	10-0396045-0000 (2003.08.14)
Kind/Right of Org. Application	/ 신규출원
Right of Org. Application No. (Date)	
Family No.	
Final disposal of an application	Registered
Registration Status	Registered
Int'l Application No.(Date)	
Int'l Unex. Pub. No.(Date)	
Request for an examination(Date)	있음(Y)(2000.01.28)
Number of claims	3

## Drawing



## Abstract

본 발명은 직류중첩특성이 우수한 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법 및 이 분말을 이용한 연자성 코어의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성이 되도록 Fe와 Fe-Si합금 또는 Fe와 Si를 용융한 후 가스분사 혹은 수분사방식에 의해 규소강 분말을 제조하거나 혹은 용융된 용융물을 주조 하되, 분쇄공정에 유리한 미세 결정립이 생성되도록 단시간에 냉각되도록 하여 잉고트를 만든 후 주조된 잉고트를 쇼크러셔, 로터리크러셔, 해머밀 등으로 분쇄하는 방식에 의해 규소강 분말을 만들고, 이렇게 하여 제조된 규소강 분말을 불밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 미분쇄 한 후, 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 4~15시간 정도 열처리함으로써 연자성 자심재료용 규소강 분말을 제조한다.

## Claim(Representative)

No.	Content
1	Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성이 되도록 Fe와 Fe-Si합금 또는 Fe와 Si를 용융하는 제1단계와; 상기 제1단계 후 수분사방식 또는 N <sub>2</sub> , He, Ne, Ar, Kr, Xe 및 Rn 가스 중에서 선택된 한 가지 혹은 두 가지 이상을 혼합한 가스에 의한 가스분사방식에 의해 규소강 분말을 제조하는 제2단계와; 상기 제2단계 후 제조된 규소강 분말을 불밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 미분쇄하는 제3단계와; 상기 제3단계 후 미분쇄된 규소강 분말을 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 4~15시간 정도 열처리하는 제4단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법.

View All Claims

## Applicant

No.	Name	Address	Country
1	(주)창성	충청북도 청원군 내수읍 풍정리 *-*	대한민국

## Inventor

No.	Name	Address	Country
1	정인범	경기도부천시원미구중동중흥마을***-****	대한민국
2	최광보	인천광역시연수구청학동***번지성호아파트***-***	대한민국
3	김병철	경기도수원시장안구율전동***-천록아파트*-***	대한민국
4	백진홍	인천광역시남구주안*동***-*	대한민국

## Agent

No.	Name	Address	Country
1	홍성철	서울 강남구 역삼동 ***-* 뉴서울빌딩 ***호(홍익국제특허법률사무소)	대한민국

## Priority info. (Country/No./Date)

Country	No.	Date
---------	-----	------

## Designated States

Kind	Country
------	---------

## Prior Art Document(s)

No.	Receipt/Delivery No.	Receipt/Delivery Date	Document Title(Eng.)	Status
-----	----------------------	-----------------------	----------------------	--------

## Legal Status

No.	Receipt/Delivery No.	Receipt/Delivery Date	Document Title(Eng.)	Status
1	1-1-2000-0016425-02	2000.01.28	특허출원서 (Application of Patent)	Received
2	9-5-2002-0059462-48	2002.02.26	의견제출통지서 (Notice of Submission of Opinion)	Delivery Completed
3	1-1-2002-0121478-10	2002.04.23	명세서 등 보정서 (Amendment including Specification etc.)	Amendment Approved
4	1-1-2002-0121479-66	2002.04.23	의견서 (Submission of opinion)	Received

5	4-1-2002-0074532-44	2002.09.18	출원인정보변경(경정)신고서 (Notification of change of applicant's information)	Received
6	9-5-2002-0386177-11	2002.10.29	의견제출통지서 (Notice of Submission of Opinion)	Delivery Completed
7	1-1-2002-0436190-76	2002.12.30	지정기간연장신청서 (Request for Extension of Designated Period)	Received
8	1-1-2003-0032996-28	2003.01.29	명세서 등 보정서 (Amendment including Specification etc.)	Amendment Approved
9	1-1-2003-0032997-74	2003.01.29	의견서 (Submission of opinion)	Received
10	9-5-2003-0292701-55	2003.07.30	등록결정서 (Written Decision on Registration)	Delivery Completed

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. <sup>7</sup>  
B22F 1/02

(11) 공개번호 특2001 - 0076803  
(43) 공개일자 2001년08월16일

(21) 출원번호 10- 2000- 0004180  
(22) 출원일자 2000년01월28일

(71) 출원인 (주) 창성  
배창환  
인천 남동구 남촌동 620- 8

(72) 발명자 정인범  
경기도부천시원미구중동중흥마을602- 1401  
최광보  
인천광역시연수구청학동449번지성호아파트104- 106  
김병철  
경기도수원시장안구율전동276- 3천록아파트3- 603  
백진홍  
인천광역시남구주안6동980- 5

(74) 대리인 홍성철

심사청구 : 있음

(54) 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법 및 이 분말을이용한 연자성 코어의 제조방법

요약

본 발명은 직류중첩특성이 우수한 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법 및 이 분말을 이용한 연자성 코어의 제조방법에 관한 것이다.

본 발명은 Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성이 되도록 Fe와 Fe - Si합금 또는 Fe와 Si를 용융한 후 가스분사 혹은 수 분사방식에 의해 규소강 분말을 제조하거나 혹은 용융된 용융물을 주조하되 연자성 특성에 유리한 조대한 결정립이 생성되도록 단시간에 냉각되도록 하여 잉고트를 만든 후 주조된 잉고트를 죠크러서, 로터리크러서, 해머밀 등으로 분쇄하는 방식에 의해 규소강 분말을 만들고, 이렇게 하여 제조된 규소강 분말을 불밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 기계가공한 후 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 약 4~15시간 정도 열처리함으로써 연자성 자심재료용 규소강 분말을 제조한다.

또한, 이렇게 제조된 규소강 분말에 0.1~4wt%의 혼합 세라믹을 첨가하여 적어도 1회 이상 절연코팅하고, 이어 Zn, ZnS, Zn-Stearate와 같은 윤활제를 1wt% 이하로 첨가한 후 고압성형하여 코어를 제조함과 동시에 성형된 코어를 수소, 질소 또는 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 500~800℃의 온도를 유지한 채 약 20~120분 정도 열처리함으로써 연자성 코어를 제조하게 된다.

이에 따라, 본 발명은 규소강을 분말화하여 자심재료로 사용토록 함으로써 가공이 용이하고 대전류 직류중첩특성이 우수한 물론 가격이 저렴하여 제조원가를 절감할 수 있는 효과를 제공한다.

대표도

도 1

색인어

코어, 자심재료, 연자성, 규소강, 분말, 직류중첩특성

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 다양한 실시예에 의해 제조된 코어인 발명재 및 기존의 코어인 비교재 간의 직류중첩특성을 평가하여 도시한 비교 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법 및 이 분말을 이용한 연자성 코어의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 직류중첩특성이 우수한 연자성 자심재료를 용이하게 획득할 수 있도록 한 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법 및 이 분말을 이용한 연자성 코어의 제조방법에 관한 것이다.

최근 사무용자동화기기, 전자기기, 컴퓨터 관련분야 및 기계산업분야의 메카트로닉스화에 동반하여 마그네트 코어로서 중,소형 및 고성능의 연자기 특성을 나타내는 연자성 자심재료의 수요가 급속히 증대되고 있다.

이와 같은 수요에 부응하기 위하여 Fe, Fe-Ni계와 같이 연자기 특성이 우수한 재료를 사용하여 재료의 손실은 최소화하면서 높은 생산효율을 갖는 자성 코어를 제작하고자 분말야금법이 활용되고 있다.

이러한 예의 연자성 자심재료용 금속 분말로는 퍼멀로이(Ni-Fe합금), 샌더스트(Fe-Si-Al합금) 분말 등이 사용되고 있는데, 상기 퍼멀로이 분말의 경우는 Ni의 함량이 높으므로 상대적으로 고가인 단점을 가지며 샌더스트 분말의 경우는 대한민국공개특허 제97-61410호 및 본 출원인이 제안한 대한민국등록특허 제201603호에 개시된 바와 같이 자기투자율이 높고 저렴하지만 연자기적 특성이 Al, Si의 조성에 크게 의존하며 합금 용융시 균일한 조성을 획득하기가 상당히 곤란하다는 단점을 가진다.

퍼멀로이, 샌더스트 분말을 이용하여 연자성 자심재료를 만드는 방법 외에 규소강 판재를 이용하여 연자성 자심재료를 만드는 방법도 사용되고 있다. 이는 규소강을 압연하여 판재로 가공하고 이를 절연, 적층하여 연자성 자심재료로 제조하는 것이다.

상기 규소강은 상술한 자심재료들에 비해 상대적으로 조성 제어가 용이하고 저렴한 이원합금이다. 또한, 규소강은 Si 6.5wt%에서 자기변형이 0이 되어 연자성 특성이 가장 우수하다.

그러나, 상기 판상의 규소강은 규소의 함량이 증가하게 되면 이에 비례하여 비저항이 증가하고 자기변형에 의한 소음은 줄어들지만 가공성이 악화되므로 이러한 이유에 의해 상기 규소강이 자심재료로 사용될 때에는 반드시 규소의 함량을 5wt% 이하로 제한하여야만 하는 단점을 가진다.

최근 규소를 강판에 증착, 확산시키는 방법으로 규소 6.5wt%인 규소강판을 제조하고 있으나, 기존의 규소강판과 마찬가지로 자심재료로 제조하기 위해서는 반드시 용접 공정을 거쳐야 하며, 또한 고주파수에서 사용할 때 손실이 매우 크다는 단점을 가진다.

따라서, 본 발명은 상술한 퍼멀로이 혹은 샌더스트를 분말야금법에 의해 제조하는 점에 착안하여 분사법 혹은 냉각속도를 제어하여 취성이 큰 규소강 피를 만들고 이를 파쇄하여 분말화함으로써 규소의 함량을 상승시킬 수도 있음은 물론 가공성도 좋은 그러한 자심재료를 획득할 수 있는 제조방법을 제안하기에 이르렀다. 기존에는 상술한 바와 같이 Si 함량이 5wt% 이상일 경우 Si를 증착, 확산시켜 판재로만 만들었을 뿐 이를 분말화하여 자심재료를 제조한 예는 없었다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 바와 같은 종래 기술에 따른 제반 문제점을 감안하여 이를 해결하고자 창출한 것으로, 조성 제어가 용이하며 가공성이 좋고 연자기적 특성 및 직류중첩특성이 우수한 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법을 제공함에 그 목적이 있다.

본 발명의 다른 목적은 그러한 제조방법에 의해 제조된 규소강 분말을 이용하여 연자성 코어의 제조방법을 제공함에 있다.

아울러, 직류중첩특성이란 전원장치에서 교류 입력을 직류로 변환하는 과정에서 발생하는 미약한 교류에 직류가 중첩된 파형에 대한 자성 코어의 특성을 말하는 것으로, 보통 교류에 직류가 중첩된 경우 직류 전류에 비례하여 코어의 투자율이 저하되게 되는데 이때 직류를 중첩시키지 않은 상태( $I_{DC} = "OA"$ )의 투자율 대비 직류중첩시의 투자율로 나타낸 %  $\mu$ 로 직류중첩특성을 평가하며, 높은 값이 우수한 특성을 나타낸다.

#### 발명의 구성 및 작용

상기한 본 발명의 목적은 Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성이 되도록 Fe와 Fe-Si합금 또는 Fe와 Si를 용융하는 제1단계와; 상기 제1단계 후 가스분사 또는 수분사방식에 의해 규소강 분말을 제조하는 제2단계와; 상기 제2단계 후 제조된 규소강 분말을 볼밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 기계가공하는 제3단계와; 상기 제3단계 후 기계가공이 완료된 규소강 분말을 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 약 4~15시간 정도 열처리하는 제4단계를 포함하여 구성됨에 의해 달성된다.

또한, 본 발명은 Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성이 되도록 Fe와 Fe-Si합금 또는 Fe와 Si를 용융하는 제1단계와; 상기 제1단계 후 용융된 용융물을 주조하되 연자성 특성에 유리한 조대한 결정립이 생성되도록 단시간에 냉각되도록 하여 잉고트를 만드는 제2단계와; 상기 제2단계 후 주조된 잉고트를 죠크러서, 로터리크러셔, 해머밀 등으로 분쇄하고, 볼밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 기계적인 가공을 수행하는 제3단계와; 상기 제3단계를 통해 획득된 규소강 분말을 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 약 4~15시간 정도 열처리하는 제4단계를 포함하여 구성됨에 의해 달성된다.

본 발명의 다른 목적은 Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe로 이루어진 규소강 합금 분말을 구비하는 제1단계와; 상기 제1단계 후 구비된 합금 분말에 0.1~4wt%의 혼합 세라믹을 첨가하여 적어도 1회 이상 절연코팅을 실시하는 제2단계와; 상기 제2단계 후 성형성 향상 및 금형 보호를 위해 Zn, ZnS, Zn-Stearate와 같은 윤활제를 1wt% 이하로 첨가하는 제3단

제와; 상기 제3단계 후에 고압성형하여 코어를 제조하는 제4단계와; 상기 제4단계 후 성형된 코어의 잔류응력과 변형을 제거하도록 수소, 질소 또는 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 500~800℃의 온도를 유지한 채 약 20~120분 정도 열처리를 실시하여 연자성 코어를 제조하는 제5단계를 포함하여 구성됨에 의해 달성된다.

이하에서는, 본 발명에 따른 바람직한 몇가지 실시예에 의거하여 보다 상세히 설명한다.

먼저, 분사법에 의해 본 발명의 규소강 분말을 제조하는 방법에 대하여 설명하자면, Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성 이 되도록 Fe와 Fe-Si합금 또는 Fe와 Si를 용융하고, N<sub>2</sub>, He, Ne, Ar, Kr, Xe 및 Rn 가스 중에서 한가지 혹은 두가지 이상을 혼합한 가스 또는 물을 분사(이하 '수분사'라 함)하여 규소강 분말을 제조한다.

상기 Si 5~8wt%로 제한하는 이유는 전술한 바와 같이 5wt% 이하의 규소강은 가공성이 양호하므로 판재로 압연한 후 자심재료를 제조할 수 있으나, 분쇄하여 분말화하는 것은 상대적으로 용이하지 않으며, 8wt% 이상의 규소강은 자기 변형상수  $\lambda$ 가 0에서 크게 벗어나 연자성 특성이 좋지 않기 때문이다.

따라서, 상기 Fe의 잔여량 조성비는 Si가 5wt% 일 경우에는 Fe 95wt%가 되고, Si가 8wt% 일 경우에는 Fe 92wt%가 된다.

이어, 제조한 분말을 볼밀(BALL MILL), 어트리션밀(ATTRITION MILL), 로드밀(ROD MILL) 등으로 기계적인 가공을 수행한다.

이와 같은 기계적인 가공을 거치는 이유는 합금 분말을 분쇄하거나 혹은 합금 분말에 응력을 가하여 열처리시 재결정을 용이하게 함으로써 기계적인 가공을 거치지 않고 열처리한 분말에 비해 상대적으로 낮은 열처리 온도에서 우수한 연자기적 특성의 분말을 획득할 수 있으며, 또한 합금 분말을 사용한 코어 성형시에도 성형성이 우수하지 않은 구형 분말을 불규칙 형상의 분말로 전환시켜 그 성형성을 향상시킬 수 있기 때문이다.

그런 후에, 기계적인 가공이 완료된 규소강 분말을 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 약 4~15시간 정도 열처리함으로써 분사법에 의한 규소강 분말을 완전히 제조할 수 있게 된다.

여기에서, 분말을 열처리하는 것은 기계적 가공을 거치면서 합금 분말 내부에 발생된 응력을 제거하여 잔류 응력이 없는 새로운 결정립을 생성시키기 위함은 물론, 이를 이용하여 연자성 코어를 제조할 때에 코어의 압축 성형중에 기계적 가공에 의해 가공경화된 분말과 절연층 사이에 전단(SHEARING)이 발생하는 것을 줄이기 위함이다.

아울러, 열처리 온도를 상기와 같이 한정하는 이유는 700℃ 이하에서는 응력제거 및 재결정 효과가 현저히 저하되며, 1000℃ 이상에서는 분말이 소결되거나 응집되는 현상이 크게 증가되므로 다시 이를 분말화해야 하는 난점이 있기 때문이다.

또한, 열처리 시간을 상기와 같이 한정하는 이유는 4시간 이하에서는 응력제거 및 재결정이 전혀 이루어지지 않고, 15시간 이상에서는 투자율이 떨어지기 때문인 바, 이는 연자성 분말의 투자율이 열처리 시간이 증가함에 따라 비례적으로 증가하였다가 임계시간이 지난 후부터는 감소하기 때문에 높은 투자율을 얻기 위해 투자율이 상승하는 일정시간 간격에서만 열처리 하기 위함이다.

다음, 냉각속도를 조절하여 규소강 분말을 제조하는 분쇄법에 관하여 설명하자면, Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성 이 되도록 Fe와 Fe-Si합금 또는 Fe와 Si를 용융하고 주조하여 잉고트(INGOT)를 만들되, 주조시 연자성 특성에 유리한 조대한 결정립이 생성되도록 냉각속도를 조절한다.

이어, 제조된 잉고트를 죠크러셔(JAW CRUSHER), 로터리크러셔, 해머밀 등으로 분쇄하고, 볼밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 기계적인 가공을 수행한다.

상기한 과정을 통해 얻어진 규소강 분말을 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 약 4~15시간 정도 열처리함으로써 냉각속도 조절에 의한 규소강 분말을 완전히 제조할 수 있게 된다.



상술한 바와 같은 본 발명에 의해 제조된 규소강 분말은 분사법 혹은 분쇄법에 의해 분말형태로 되고, 이어 기계적인 가공과 열처리 과정을 거쳐 최종적으로 자심재료로 사용될 수 있는 연자성 규소강 분말이 된다.

이렇게 제조된 규소강 분말을 이용하여 자심재료용 코어를 제조하는 바, Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe로 이루어진 규소강 합금 분말을 구비한 후 구비된 합금 분말에 0.1~4wt%의 혼합 세라믹을 첨가하여 1회 또는 2~4회로 나누어 절연코팅을 실시한다.

혼합 세라믹은 물유리(SODIUM SILICATE)를 기본으로 하는 세라믹 혼합물을 말하며, 세라믹 코팅은 개개의 분말을 분리시킴으로써 자심재료의 와전류손실을 줄이기 위한 것이다.

여기에서, 상기 혼합 세라믹의 첨가량을 0.1~4wt%로 한정하는 이유는 0.1wt% 이하에서는 세라믹 양이 적어 코팅이 안되는 분말이 생기고, 4wt% 이상에서는 세라믹의 소모량이 많을 뿐만 아니라 4wt% 이하의 세라믹으로도 충분히 원하는 낮은 투자율을 얻을 수 있기 때문이다.

이어, 절연코팅이 이루어진 혼합 분말은 성형다이에서 프레스에 의해 압축성형되어 임의의 형상을 가진 코어로 성형하는 바, 이때 성형다이와 밀집된 성형체 사이의 마찰력 및 분말 입자 사이의 마찰을 감소시키기 위해 윤활제를 1wt% 이하로 첨가한다.

상기 윤활제는 통상 Zn, ZnS 또는 Zn-Stearate(아연-스테아린산)과 같은 것이 사용되며, 이는 코어의 성형성을 향상시킬 뿐만 아니라 프레스의 금형을 보호하는 기능을 수행한다.

그런 후에, 성형된 코어에서 잔류응력과 변형을 제거하기 위해 수소, 질소 또는 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 500~800℃의 온도를 유지한 채 약 20~120분 정도 열처리를 실시하여 연자성 코어를 제조하게 된다.

열처리 온도 및 시간을 상기와 같이 한정하는 이유는 잔류응력을 완전히 제거하고 합금 분말의 절연층이 파괴되는 것을 방지하여 우수한 직류중첩특성을 얻기 위한 것으로, 500℃ 이하에서는 히스테리시스 손실이 크고 800℃ 이상에서는 세라믹이 손상될 우려가 있으며, 20분 이하에서는 열처리 효과가 전무하고 100분 이상에서는 코어의 투자율(인덕턴스)의 변화가 없으므로 100분 이상 열처리할 필요가 없기 때문이다.

이와 같은 과정을 통해 제조된 연자성 코어는 습기, 대기로부터 코어의 특성을 보호하기 위해 상기 코어의 표면에 폴리 에스테르 혹은 에폭시 수지 등으로 코팅처리함으로써 최종적인 연자성 규소강 분말 코어가 완성된다.

상술한 바와 같은 본 발명의 제조방법에 따른 규소강 분말의 제조 및 이 분말을 이용한 규소강 분말 코어를 하기한 바와 같이 실시하였으며, 각 실시예에 따른 직류중첩특성을 평가하여 도 1에 그래프로 비교 도시하였다.

#### [ 실시예 1 ]

Si 5.3wt%, 잔여량 Fe로 이루어진 규소강을 질소 분사법으로 - 140 mesh 크기의 입경을 갖는 분말로 제조한 후 8시간의 불밀을 실시하고, 800℃의 질소 분위기하에서 12시간 동안 열처리하였다.

그런 후에, 0.4wt%의 혼합 세라믹으로 2회 절연코팅을 행하고, 0.3wt%의 아연-스테아린산 윤활제를 첨가하여 외경 27mm, 내경 14.7mm, 높이 11.2mm의 환형 코어를 성형하며, 600℃의 질소 분위기하에서 1시간 동안 열처리하여 코어를 완성하였다(발명예 1).

제조된 코어에 대해 에나멜 동선을 36회 권선 후 주파수 1kHz, 전압 1V의 교류전압을 인가하고, 직류전류를 0~30A 인가하여 정밀 LCR미터를 사용하여 직류중첩특성을 평가하였다.

#### [ 실시예 2 ]

Si 7.5wt%, 잔여량 Fe로 이루어진 규소강을 수분사법으로 - 140 mesh 크기의 입경을 갖는 분말로 제조한 후 12시간의 불밀을 실시하고, 950℃의 질소 분위기하에서 5시간 동안 열처리하였다.

그런 후에, 1.0wt%의 혼합 세라믹으로 1회 절연코팅을 행하고, 0.3wt%의 아연 - 스테아린산 윤활제를 첨가하여 외경 27mm, 내경 14.7mm, 높이 11.2mm의 환형 코어를 성형하며, 760℃의 질소 분위기하에서 40분 동안 열처리하여 코어를 완성하였다(발명재 2).

제조된 코어에 대한 직류중첩특성 검사는 실시예 1과 동일한 방법으로 실시하였다.

#### [ 실시예 3]

Si 6.2wt%, 잔여량 Fe로 이루어진 규소강을 주조하여 잉고트를 만들고, 조크러서, 해머밀로 분쇄한 후 불밀을 16시간 실시하고, 850℃의 질소 분위기하에서 8시간 동안 열처리하였다.

그런 후에, 0.6wt%의 혼합 세라믹으로 2회 절연코팅을 행하고, 0.3wt%의 아연 - 스테아린산 윤활제를 첨가하여 외경 27mm, 내경 14.7mm, 높이 11.2mm의 환형 코어를 성형하며, 700℃의 질소 분위기하에서 2시간 동안 열처리하여 코어를 완성하였다(발명재 3).

제조된 코어에 대한 직류중첩특성 검사는 실시예 1과 동일한 방법으로 실시하였다.

#### [ 비교예 1]

몰리브덴 - 퍼멀로이(MPP) 분말을 사용하여 외경 27mm, 내경 14.7mm, 높이 11.2mm의 환형 코어를 제조하였으며(비교재 1), 또한 센더스트 분말을 사용하여 상기 비교재 1과 동일한 크기의 환형 코어를 제조하였고(비교재 2), 이들이 갖는 직류중첩특성은 실시예 1과 동일한 방법으로 실시하였다.

도 1에 도시된 바와 같이, 교류에 직류가 중첩되지 않을 때 즉 초기에는 모두 100%의 투자율을 보이다가 직류가 중첩되게 되면 발명재 3,1,2의 경우는 상당히 높은 투자율을 나타낸 반면 비교재 1,2는 상대적으로 현저히 낮은 투자율을 나타냄을 알 수 있다.

따라서, 비교재 1,2에 비해 발명재 3,1,2가 더 우수한 직류중첩특성을 가지므로 마그네트용 코어에 더욱 적합하며, 특히 본 발명과 같은 방법에 의해 연자성 자심재료용 규소강을 분말형태로 제조하고 이를 이용하여 연자성 코어를 제조함으로써 본 발명이 목적하는 바를 용이하게 달성할 수 있게 된다.

#### 발명의 효과

이상에서 상세히 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법 및 이 분말을 이용한 연자성 코어의 제조방법은 다음과 같은 효과를 제공한다.

첫째, 연자기 특성이 우수한 규소강을 분말화하여 자심재료로 사용토록 함으로써 가공이 용이하고 기존의 자심재료인 몰리브덴 - 퍼멀로이 또는 센더스트 코어에 비해 대전류 직류중첩특성이 현저히 향상된다.

둘째, 가격이 저렴하여 제조원가를 절감할 수 있는 장점을 제공한다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성이 되도록 Fe와 Fe - Si합금 또는 Fe와 Si를 용융하는 제1단계와;

상기 제1단계 후 수분사방식 또는 N<sub>2</sub>, He, Ne, Ar, Kr, Xe 및 Rn 가스 중에서 선택된 한가지 혹은 두가지 이상을 혼합한 가스에 의한 가스분사방식에 의해 규소강 분말을 제조하는 제2단계와;

상기 제2단계 후 제조된 규소강 분말을 불밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 기계가공하는 제3단계와;

상기 제3단계 후 기계 가공이 완료된 규소강 분말을 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 약 4~15시간 정도 열처리하는 제4단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법.

## 청구항 2.

Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe인 조성이 되도록 Fe와 Fe - Si합금 또는 Fe와 Si를 용융하는 제1단계와;

상기 제1단계 후 용융된 용융물을 주조하되 연자성 특성에 유리한 조대한 결정립이 생성되도록 단시간에 냉각되도록 하여 조피를 만드는 제2단계와;

상기 제2단계 후 주조된 조피를 쇼크러서, 로터리크러서, 해머밀 등으로 분쇄하고, 불밀, 어트리션밀, 로드밀 등으로 기계적인 가공을 수행하는 제3단계와;

상기 제3단계를 통해 획득된 규소강 분말을 약 700~1000℃의 온도가 유지되는 수소, 질소 혹은 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 약 4~15시간 정도 열처리하는 제4단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연자성 자심재료용 규소강 분말 제조방법.

## 청구항 3.

Si 5~8wt%, 잔여량이 Fe로 이루어진 규소강 합금 분말을 구비하는 제1단계와;

상기 제1단계 후 구비된 합금 분말에 0.1~4wt%의 혼합 세라믹을 첨가하여 적어도 1회 이상 절연코팅을 실시하는 제2단계와;

상기 제2단계 후 성형성 향상 및 금형 보호를 위해 Zn, ZnS, Zn - Stearate와 같은 윤활제를 1wt% 이하로 첨가하는 제3단계와;

상기 제3단계 후에 고압성형하여 코어를 제조하는 제4단계와;

상기 제4단계 후 성형된 코어의 잔류응력과 변형을 제거하도록 수소, 질소 또는 수소와 질소의 혼합가스 분위기에서 500~800℃의 온도를 유지한 채 약 20~120분 정도 열처리를 실시하여 연자성 코어를 제조하는 제5단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 규소강 분말을 이용한 연자성 코어의 제조방법.

도면

도면 1

